

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1238

March 2023

ヘリポート用舗装の構造設計法

坪川将丈

Structural Design Method for Heliport Pavement

TSUBOKAWA Yukitomo

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

ヘリポート用舗装の構造設計法

坪川将丈*

要 旨

本邦のヘリポート用舗装の構造設計法としては、最大離陸重量が110kNまでのヘリコプターに対応したアスファルト舗装の構造設計法が示されている。現在ではヘリコプターが大型化していること、コンクリート舗装が選択される場合もあることから、新しいヘリポート用舗装の構造設計法を構築することを目的として研究を実施した。

国内のヘリコプターの荷重諸元を参考に、最大離陸重量が110kN以上のヘリコプターを対象とした設計航空機荷重区分LH-Aを設けることとした。また、LH-A～Cの荷重諸元に対応するアスファルト舗装の基準舗装厚及びコンクリート舗装のコンクリート版厚を示した。

キーワード：ヘリポート，アスファルト舗装，コンクリート舗装，空港

* 空港研究部 空港施設研究室 室長

Structural Design Method for Heliport Pavement

TSUBOKAWA Yukitomo*

Synopsis

As structural design method for heliport pavement in Japan, a design method for flexible pavement corresponding to helicopters with a maximum take-off weight equal to or less than 110 kN has been presented. Since helicopters have become larger recently and rigid pavement is sometimes selected, author conducted this study for the purpose of establishing a new structural design method for heliport pavement in Japan.

With reference to load specifications of domestic helicopters, new design helicopter load category LH-A was defined for helicopters with a maximum take-off weight equal to or more than 110 kN. Furthermore, the standard thickness of flexible pavement and slab thickness of rigid pavement were defined corresponding to design helicopter load category LH-A, LH-B and LH-C.

Key Words: heliport, flexible pavement, rigid pavement, airport

* Head, Airport Facilities Division, Airport Department

目 次

1. はじめに	1
2. アスファルト舗装の構造設計法	2
2.1 現行の構造設計法の概要	2
2.2 設計航空機荷重区分	3
2.3 LH-C の基準舗装厚	6
2.4 LH-B の基準舗装厚	8
2.5 LH-A の基準舗装厚	9
2.6 上層路盤厚及び表基層厚	10
2.7 まとめ	12
3. コンクリート舗装の構造設計法	14
3.1 LH-C のコンクリート版厚	14
3.2 LH-B のコンクリート版厚	15
3.3 LH-A のコンクリート版厚	16
3.4 まとめ	20
4. 結論	21
5. おわりに	21
参考文献	21

1. はじめに

本邦のヘリポート用舗装の構造設計法は、平成6年に制定された航空局「ヘリポート土木施設設計資料」¹⁾（以下、ヘリ資料という）に掲載されている。また、ほぼ同一の内容が、現行の航空局「空港土木施設設計要領（舗装設計編）」²⁾の旧版である航空局「空港舗装構造設計要領」³⁾（以下、旧要領という）の付録20にも掲載されていた。

現行の構造設計法では、表-1.1のとおり、ヘリコプターの最大離陸重量に応じて設計航空機荷重区分をLH-1とLH-2に分け、経験的設計法によるアスファルト舗装の基準舗装厚が表-1.2のとおり示されている。ヘリ資料及び旧要領には、この当時に検討対象とした最も大型の機材がミル Mi-8PA（最大離陸重量 110kN）であると記載されているが、現在はさらに大型のヘリコプターも存在することから、ヘリコプターの大型化に対応した設計法が必要となっている。また、アスファルト舗装の構造設計法のみが掲載されているが、給油を行うエプロンを想定した場合、耐油性や難燃性の観点からコンクリート舗装が選択される場合もある。

以上のことから、新しいヘリポート用舗装の構造設計法を構築することを目的とし、以下に着眼して本研究を実施した。

- ・ ヘリコプターの大型化に対応した構造設計法を構築する。
- ・ それぞれの設計航空機荷重区分において使用する設計荷重諸元を明確にする。
- ・ 新たにコンクリート舗装の構造設計法を追加する。

なお、ヘリ資料及び旧要領では設計年数10年に対応した設計反復作用回数を使用していたが、平成20年以降の空港舗装設計では設計供用期間20年に対応した設計反復作用回数を使用しているため、設計反復作用回数の数値が異なることに留意する必要があり、本資料では（10年）（20年）と記すことで区別している。また、設計反復作用回数は離着陸回数ではないことにも留意が必要である。

表-1.1 ヘリポート用舗装の設計航空機荷重区分

設計航空機荷重区分	対象荷重
LH-1	最大離陸重量 40kN 以上のヘリコプター
LH-2	最大離陸重量 40kN 未満のヘリコプター

表-1.2 ヘリポート用舗装の基準舗装厚（設計反復作用回数が5,000回未満（10年）の場合）

路床の 設計 CBR (%)	LH-1 基準舗装厚 (cm)	LH-2 基準舗装厚 (cm)
2	77	39
2.5	67	35
3	60	31
3.5	55	29
4	50	27
4.5	46	25
5	43	24
6以上	38	24

2. アスファルト舗装の構造設計法

2.1 現行の構造設計法の概要

ヘリ資料及び旧要領に記載されているアスファルト舗装の基準舗装厚の算出根拠が、昭和 61 年度の「ヘリポート設計指針基本調査報告書」⁴⁾ (以下、S61 報告書) に記載されている。概要は以下のとおりである。

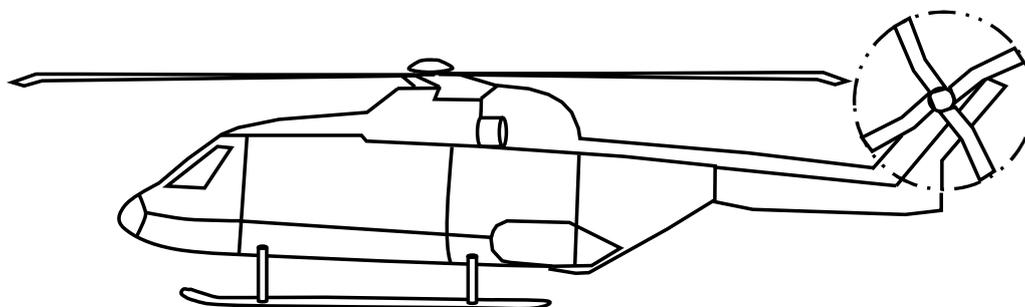
- ・ 米国連邦航空局⁵⁾の規定を参考に、ヘリコプターの「粗暴な着陸等の場合に発生するかもしれない」衝撃を考慮することとし、ヘリコプターの最大離陸重量を 1.5 倍した設計重量を採用した。
- ・ 最大離陸重量が 4 トン未満のヘリコプターを LH-2 とし、衝撃を考慮するため、4 トンを 1.5 倍することで、設計重量を 6 トンとした。この設計重量は固定翼機を対象とした本邦の設計航空機荷重区分 LA-5 (代表機種 DHC-6, 設計重量 6 トン) と同一であるため、LA-5 の基準舗装厚を用いることとした (著者注: LA-5 は当時存在した区分であり、現在この区分は存在しない)。
- ・ 最大離陸重量が 4~11 トンのヘリコプターを LH-1 とし、衝撃を考慮するため、11 トンを 1.5 倍することで、設計重量を 16.5 トンとした。この設計重量は固定翼機を対象とした本邦の設計航空機荷重区分 LA-4 (代表機種 YS-11, 設計重量 24 トン) に相当すると考え、LA-4 の基準舗装厚を用いることとした (著者注: 当時の LA-4 であり、現在の LA-4 とは異なる)。
- ・ LA-5 では設計反復作用回数 3,000 回 (10 年) 及び 5,000 回 (10 年) に対する基準舗装厚が、LA-4 では設計反復作用回数 3,000 回 (10 年)、5,000 回 (10 年) 及び 10,000 回 (10 年) に対する基準舗装厚が示されている。ただし、ヘリポート用舗装の設計としては、交通量が比較的少ない所が多いことから、どちらも設計反復作用回数を 1,000 回 (10 年) として設定した。

以上をまとめると、ヘリ資料及び旧要領に掲載されている表-1.2 の設計反復作用回数が 5,000 回 (10 年) 未満用の基準舗装厚とは、設計航空機荷重区分を当時の LA-5 及び LA-4 とし、設計反復作用回数を 1,000 回 (10 年) として算出された基準舗装厚ということになる (正確には、ヘリ資料と S61 報告書の基準舗装厚は、LH-1 では完全に一致、LH-2 では両者で最大 2cm の相違があるが、ほぼ同等である)。

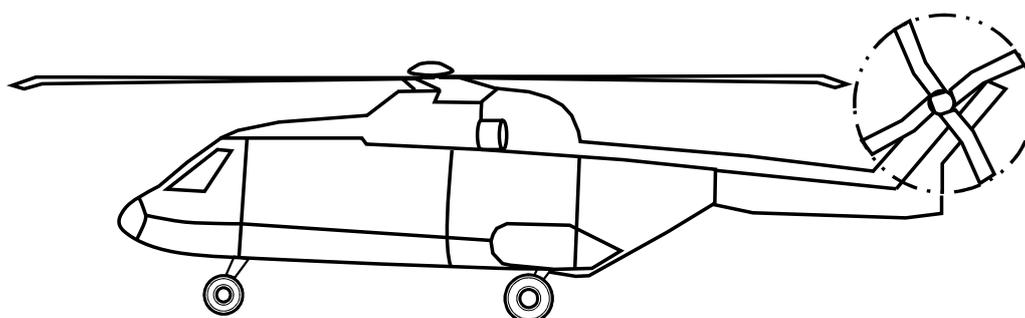
しかしながら、現行の舗装構造設計法には以下の課題があると考えられる。

- ・ 固定翼機が着陸する滑走路舗装の設計では、着陸時には燃料を消費し重量が減少していること、揚力が作用していることから、着陸時の衝撃は考慮せず、最大離陸重量を採用している。ヘリコプターの最大離陸重量及び燃料容量⁶⁾から試算すると、ヘリコプターの最大離陸重量に対する燃料重量は 20%前後である。
- ・ 舗装構造設計では、大きな荷重の一回の载荷に対して舗装厚を決定するのではなく、荷重及び交通量により舗装厚を決定する。そのため、設計荷重を上回る荷重であっても载荷回数が少ない場合は、その影響は大きくはない。例えば LH-2 の場合、燃料を満載した最大離陸重量が 30kN 台、20kN 台、10kN 台のヘリコプターが利用することが多いと考えられるが、最大値である 40kN の重量が载荷される頻度は低く、この 40kN に対して粗暴な着陸時の衝撃を考慮し割増した 60kN の重量が载荷される頻度はさらに低いと考えられるが、全着陸回数に対する粗暴な着陸の頻度は不明である。
- ・ 図-2.1 にヘリコプターの降着装置を示すが、スキッド型のヘリコプターは地上を自走できないため、滑走路に降下するものの着陸はせず、エプロンへホバリングして着陸することが多い (管制指示により滑走路に一度着陸してからエプロンへホバリングし移動する場合もある)。一方、タイヤ型は自走可能であるため、滑走路に着陸した後、エプロンへ自走して移動することが多い。そのため、滑走路・誘導路・エプロンの設計時に施設ごとの地上走行回数を推定することが難しい。
- ・ 旧要領に「ヘリコプターの反復作用回数の算定に当たっては、固定翼機の場合と同様に交通量及び交通分布から設定する方法もあろうが、交通量や交通分布そのものの推定方法が確立されておらず」との記述があるのとおり、ヘリコプターの横断方向走行位置分布の傾向が不明確であり、ヘリコプターの地上走行回数から設計反復作用回数を算出することが難しい。

以上のことから、本研究では、衝撃を考慮して最大離陸重量を割増するのではなく、それぞれの設計航空機荷重区分の最大離陸重量を用いる構造設計法を模索することとした。ただし、前述の「粗暴な着陸」の影響や、災害時の緊急物資輸送等で設計時想定よりも大きな重量のヘリコプターが一時的に利用することも勘案し、設計反復作用回数としては前述の1,000回（10年）ではなく、ヘリ資料及び旧要領に記載の5,000回（10年）を標準的に用いることとするが、これを現行の空港舗装の考え方に直した10,000回（20年）とした。



(a) スキッド型



(b) タイヤ型

図-2.1 ヘリコプターの降着装置

2.2 設計航空機荷重区分

主なヘリコプターを最大離陸重量別に表-2.1～表-2.3に示す。最大離陸重量の違いにより以下の傾向がある。

- ・ 現行のLH-1で想定している最大離陸重量110kNを超過するヘリコプターとしては、アグスタ AW101（最大離陸重量143.2kN、警視庁が所有していたが2018年に登録を抹消）がある。降着装置がタイヤであり、1脚2輪型の主脚を2脚有している。固定翼機と同様に、機材の重心から遠く離れている前脚の荷重負担は小さいことから、前脚を無視すれば4輪で支えていることとなる。
- ・ 現行のLH-1に対応する最大離陸重量40kN以上110kN未満のヘリコプターは降着装置がタイヤであるものが多く、いずれも1脚1輪型の主脚を2脚有している。前脚を無視すれば2輪で支えていることとなる。
- ・ 現行のLH-2に対応する最大離陸重量40kN未満のヘリコプターは降着装置がスキッドであるものが多い。

以上のことから、ヘリコプターの大型化に対応するため、最大離陸重量が110kN以上のヘリコプターを対象とした設計航空機荷重区分 **LH-A** を新たに設けることとした。また、現行の設計航空機荷重区分と新しい設計航空機荷重区分を容易に区別できるよう、現行のLH-1に相当する区分を **LH-B**、現行のLH-2に相当する区分を **LH-C** と呼称することとした。

本資料は、新旧の設計航空機荷重区分を比較する記述が多いことから、両者が容易に判別できるよう、新しい設計航空機荷重区分を **太字ゴシック体** で記している。

表-2.1 最大離陸重量 110kN 以上のヘリコプター⁶⁾

機材名	主脚
アグスタ AW101	タイヤ (1脚 2輪×2脚)

表-2.2 最大離陸重量 40kN 以上 110kN 未満のヘリコプター⁶⁾

機材名	主脚
アグスタ/レオナルド AW139 エアバス・ヘリコプターズ AS365N2 エアバス・ヘリコプターズ AS365N3 エアバス・ヘリコプターズ H155 エアバス・ヘリコプターズ H215 エアバス・ヘリコプターズ H225 カマン K-1200 カモフ Ka-32 シコルスキ S-76A+ シコルスキ S-76D レオナルド (アグスタ・ウエストランド) AW169	タイヤ (1脚 1輪×2脚)
ベル 412 ベル 412EP	スキッド
ベル 430	タイヤ (1脚 1輪×2脚) 又はスキッド

表-2.3 最大離陸重量 40kN 未満のヘリコプター⁶⁾

機材名	主脚
アグスタ AW119Ke エアバス・ヘリコプターズ AS355F2 エアバス・ヘリコプターズ Bo105C エアバス・ヘリコプターズ H145 エアバス・ヘリコプターズ H135 (EC135P1) エアバス・ヘリコプターズ H135 (EC135T1) エアバス・ヘリコプターズ H130 エアバス・ヘリコプターズ H125 (AS350B) エアバス・ヘリコプターズ H125 (AS350B1/B2) エアバス・ヘリコプターズ H125 (AS350B3) エアバス・ヘリコプターズ H120 (EC120B) エンストロム 480B/TH480B エンストロム 280FX 川崎 BK117C-2 川崎 BK117C-1 川崎 BK117B-1 シュワイザー-269D-A ヒューズ 369E ヒューズ 269C ベル 505 ベル 429 ベル 427 ベル 407 ベル 206B ベル 206L-3 富士ベル 204B マクドネル・ダグラス MD-900 MD ヘリコプターズ 600N ロビンソン R66 ロビンソン R44II ロビンソン R44 アストロ/レイベン ロビンソン R22Beta/Mariner	スキッド
アグスタ 109AII アグスタ A109E アグスタ/レオナルド AW109SP	タイヤ (1脚1輪×2脚)

2.3 LH-C の基準舗装厚

現行の LH-2 は最大離陸重量が 40kN 未満である。前述のとおり降着装置がスキッドであるものが多く、左右 2 つのスキッドでヘリコプターの重量を支えていると考えれば、片側で 20kN の重量を負担していることとなる。スキッドのように細長い接地面積の荷重を対象とした舗装設計は困難であること、長いスキッドが路面に均等に接地してスキッド全体で荷重を支持しているとは考えにくいことから、**LH-C** では機体の左右に 20kN の単車輪荷重を想定することとした。

LH-C の設計荷重諸元を明確にすることを目的とし、荷重諸元を変化させた際の基準舗装厚を、空港舗装の基準舗装厚算出式である式-2.1 により試算した。

$$t = \sqrt{\frac{ESWL}{0.057 \cdot CBR} - \frac{A}{\pi}} \quad \dots \dots \dots \quad \text{式-2.1}$$

ここで、

- t : 設計反復作用回数 10,000 回 (20 年) における基準舗装厚 (mm)
- $ESWL$: 等価単車輪荷重 (N) = pA
- CBR : 路床の設計 CBR (%)
- A : 等価単車輪荷重の接地面積 (mm²) = $ESWL/p$
- p : 等価単車輪荷重の接地圧 (N/mm²) = $ESWL/A$

式-2.1 からわかるように、基準舗装厚の算出には、等価単車輪荷重、接地面積、接地圧の 3 つの要素のうち 2 つが必要である。等価単車輪荷重は図-2.2 に示すように、1 脚 2 輪・4 輪・6 輪のような複数の輪荷重で構成される主脚荷重と等価な影響を及ぼす換算単車輪荷重であり、アスファルト舗装の場合は主脚を構成する輪荷重と等しい接地面積を有する単車輪荷重である。**LH-C** の場合、主脚として 1 脚 1 輪を想定することから、等価単車輪荷重は想定する単車輪荷重である 20kN とした。もう一つの要素として接地圧を設定することとするが、ヘリコプターの接地圧に関する情報が乏しいため、表-2.4 に示す固定翼機の設計航空機荷重区分に属する航空機の接地圧を参考に、0.3~0.5N/mm² を設定し基準舗装厚を試算することとした。

現行の LH-2 の基準舗装厚と、それぞれの接地圧により算出した **LH-C** の基準舗装厚を表-2.5 に示す。接地圧による基準舗装厚の差は大きくはなく、どの接地圧においても現行の LH-2 の基準舗装厚と同程度となることがわかる。詳細に比較すると、接地圧 0.4N/mm² の場合は CBR が 3.5%以下で、接地圧 0.5N/mm² の場合は CBR が 4.5%以下で LH-2 の基準舗装厚からの増厚が必要となるが、接地圧 0.3N/mm² の場合で増厚が必要となるのは CBR が 2%だけである。

以上の試算結果から、CBR に対応する現行の基準舗装厚との差が最も小さい荷重諸元を採用することとし、新しい **LH-C** の基準舗装厚を、1 脚 1 輪の主脚荷重 20kN、接地圧 0.3N/mm² の荷重諸元により設定することとした。

なお、**LH-C** と LH-2 の基準舗装厚がほぼ一致したのは、新しい **LH-C** は「設計重量 40kN、設計反復作用回数 10,000 回 (20 年)」、現行の LH-2 は「設計重量 6 トン=58.8kN、設計反復作用回数 1,000 回 (10 年) =2,000 回 (20 年)」で基準舗装厚を算出しているが、設計重量の減による影響と設計反復作用回数の増による影響が相殺され、ほぼ同程度の基準舗装厚になったものと考えられる。

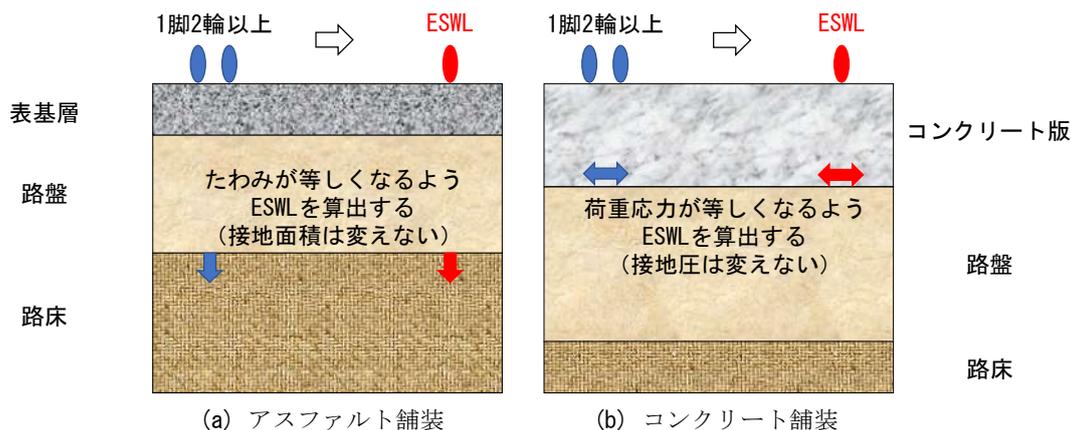


図-2.2 等価単車輪荷重

表-2.4 LH-C の試算で想定した荷重諸元

設計航空機 荷重区分	機材名	脚荷重 (kN)	主脚 車輪数	輪荷重 (kN)	輪荷重の 接地圧 (N/mm ²)
LA-4	DHC8-400	132	2	66	0.95
	DHC8-300	90	2	45	0.70
LSA-1	ドルニエ 228-200	25	1	25	0.48
	DHC6-300	25	1	25	0.29
LH-C	仮想機材	20	1	20	0.3~0.5
LSA-2	N24A	19	2	9.5	0.30
	BN-2A	13	2	6.5	0.25

表-2.5 LH-C の基準舗装厚の比較

路床の 設計 CBR (%)	LH-2 基準舗装厚 (cm)	接地圧 0.3N/mm ²		接地圧 0.4N/mm ²		接地圧 0.5N/mm ²	
		LH-C 基準 舗装厚 (cm)	LH-2 との差 (cm)	LH-C 基準 舗装厚 (cm)	LH-2 との差 (cm)	LH-C 基準 舗装厚 (cm)	LH-2 との差 (cm)
2	39	40	+1	40	+1	41	+2
2.5	35	35	0	36	+1	36	+1
3	31	31	0	32	+1	33	+2
3.5	29	29	0	30	+1	30	+1
4	27	26	-1	27	0	28	+1
4.5	25	24	-1	25	0	26	+1
5	24	23	-1	24	0	24	0

2.4 LH-Bの基準舗装厚

現行のLH-1は最大離陸重量が40kN以上110kN未満である。前述のとおり降着装置がタイヤであるものが多く、いずれも1脚1輪型の主脚を2脚有している。最大離陸重量110kNを左右2つの主脚で支えていると考えれば、片側で55kNの重量を負担していることとなる。そのため、機体の左右に55kNの単車輪荷重を想定し、**LH-C**に関する試算と同様に、接地圧を変化させた際の基準舗装厚を試算することとした。表-2.6に示す機材のうち輪荷重がほぼ同等であるDHC8-300及びDHC8-400を参考に、接地圧として0.7~1.0N/mm²を設定し基準舗装厚を試算することとした。

現行のLH-1の基準舗装厚と、それぞれの接地圧により算出した**LH-B**の基準舗装厚を表-2.7に示す。接地圧による基準舗装厚の差は大きくはなく、どの接地圧においても現行のLH-1の基準舗装厚よりも薄くなることがわかる。詳細に比較すると、接地圧が大きいほど、わずかではあるがLH-1の基準舗装厚に近い結果となる。

以上の試算結果から、それぞれのCBRに対応する現行の基準舗装厚との差が最も小さい荷重諸元を採用することとし、新しい**LH-B**の基準舗装厚を、1脚1輪の主脚荷重55kN、接地圧1.0N/mm²の荷重諸元により設定することとした。

なお、**LH-C**とLH-2との比較では基準舗装厚がほぼ一致したものの、**LH-B**とLH-1との比較では基準舗装厚に差が生じているが、この理由について考察した。新しい**LH-B**は「設計重量110kN、設計反復作用回数10,000回(20年)」、現行のLH-1は「設計重量24トン=235.2kN、設計反復作用回数1,000回(10年)=2,000回(20年)」で基準舗装厚を算出している。設計反復作用回数に応じて基準舗装厚を補正する計算では、設計反復作用回数に応じた基準舗装厚の比は前述の**LH-C**とLH-2の場合と全く同値となることから、**LH-B**の基準舗装厚がLH-1の基準舗装厚よりも薄くなったのは、設計重量の減による影響が大きいものと考えられる。具体的には、LH-1では最大離陸重量を1.5倍した16.5トン=161.7kNを用いてはならず、この重量が当時のLA-4に相当すると考え、当時のLA-4の設計重量である235.2kNに対する基準舗装厚を用いていたためである。

表-2.6 LH-Bの試算で想定した荷重諸元

設計航空機 荷重区分	機材名	脚荷重 (kN)	主脚 車輪数	輪荷重 (kN)	輪荷重の 接地圧 (N/mm ²)
LA-4	DHC8-400	132	2	66	0.95
	DHC8-300	90	2	45	0.70
LH-B	仮想機材	55	1	55	0.7~1.0
LSA-1	ドルニエ 228-200	25	1	25	0.48
	DHC6-300	25	1	25	0.29
LH-C	仮想機材	20	1	20	0.30
LSA-2	N24A	19	2	9.5	0.30
	BN-2A	13	2	6.5	0.25

表-2.7 LH-B の基準舗装厚の比較

路床の 設計 CBR (%)	LH-1 基準舗装厚 (cm)	接地圧 0.7N/mm ²		接地圧 0.8N/mm ²		接地圧 0.9N/mm ²		接地圧 1.0N/mm ²	
		LH-B 基準 舗装厚 (cm)	LH-1 との差 (cm)	LH-B 基準 舗装厚 (cm)	LH-1 との差 (cm)	LH-B 基準 舗装厚 (cm)	LH-1 との差 (cm)	LH-B 基準 舗装厚 (cm)	LH-1 との差 (cm)
2	77	68	-9	68	-9	69	-8	69	-8
2.5	67	61	-6	61	-6	61	-6	61	-6
3	60	55	-5	55	-5	55	-5	56	-4
3.5	55	51	-4	51	-4	51	-4	51	-4
4	50	47	-3	47	-3	48	-2	48	-2
4.5	46	44	-2	44	-2	45	-1	45	-1
5	43	41	-2	42	-1	42	-1	42	-1
6	38	37	-1	38	0	38	0	38	0

2.5 LH-A の基準舗装厚

LH-A は LA-4 と LH-B の間に設定するため、LA-4 の機材である DHC8-300（最大離陸重量 191kN）や ATR42-600（最大離陸重量 182kN）を参考に、最大離陸荷重が 110kN 以上 180kN 未満のヘリコプターを対象とすることとした。また表-2.1 に示したとおり、最大離陸重量が 110kN を超過するヘリコプターは 1 脚 2 輪型の主脚を 2 脚有しているため、LH-B 及び LH-C とは異なり、LH-A の主脚としては 1 脚 2 輪を想定することとした。

最大離陸重量 180kN を左右 2 つの主脚で支えていると考えれば、片側 1 脚で 90kN の重量を負担していることとなり、1 脚 2 輪であるため、輪荷重は 45kN となる。そのため、主脚として 45kN の輪荷重 2 つを配置し、表-2.8 に示す機材のうち主脚車輪数及び輪荷重が同等である DHC8-300 を参考に、接地圧 0.7N/mm²、輪荷重中心間隔 40cm を軸として、接地圧及び輪荷重中心間隔を変化させて基準舗装厚を試算することとした。

輪荷重中心間隔を 40cm で固定し、接地圧を 0.7~1.0N/mm² として算出した LH-A の基準舗装厚を表-2.9 に、接地圧を 0.7N/mm² で固定し、輪荷重中心間隔を 40~50cm として算出した LH-A の基準舗装厚を表-2.10 に示すが、接地圧が基準舗装厚に及ぼす影響は極めて小さく、輪荷重中心間隔の影響は接地圧よりも大きいものの、輪荷重中心間隔が狭くなると基準舗装厚が厚くなるのがわかる。

以上の試算結果から、新しい LH-A の基準舗装厚を、1 脚 2 輪の主脚荷重 90kN、輪荷重中心間隔 40cm、接地圧 0.7N/mm² の荷重諸元により設定することとした。

表-2.8 LH-A の試算で想定した荷重諸元

設計航空機 荷重区分	機材名	脚荷重 (kN)	主脚 車輪数	輪荷重 (kN)	接地圧 (N/mm ²)	輪荷重 中心間隔 (cm)
LA-4	DHC8-400	132	2	66	0.95	49.6
	DHC8-300	90	2	45	0.70	43.7
LH-A	仮想機材	90	2	45	0.7~1.0	40~50
LH-B	仮想機材	55	1	55	1.00	—
LSA-1	ドルニエ 228-200	25	1	25	0.48	—
	DHC6-300	25	1	25	0.29	—
LH-C	仮想機材	20	1	20	0.30	—
LSA-2	N24A	19	2	9.5	0.30	32.2
	BN-2A	13	2	6.5	0.25	32.0

表-2.9 LH-A の基準舗装厚の比較（脚荷重 45kN，輪荷重中心間隔 40cm，接地圧変化）

路床の 設計 CBR (%)	接地圧 0.7N/mm ²	接地圧 0.8N/mm ²		接地圧 0.9N/mm ²		接地圧 1.0N/mm ²	
	基準 舗装厚 (cm)	基準 舗装厚 (cm)	0.7N/mm ² との差 (cm)	基準 舗装厚 (cm)	0.7N/mm ² との差 (cm)	基準 舗装厚 (cm)	0.7N/mm ² との差 (cm)
2	86	86	0	86	0	86	0
2.5	76	76	0	76	0	76	0
3	69	69	0	69	0	69	0
3.5	63	63	0	63	0	64	+1
4	58	59	+1	59	+1	59	+1
4.5	55	55	0	55	0	55	0
5	51	51	0	52	+1	52	+1
6	46	46	0	46	0	46	0
7	41	42	+1	42	+1	42	+1
8	38	38	0	38	0	39	+1
9	35	35	0	36	+1	36	+1
10	32	33	+1	33	+1	33	+1

表-2.10 LH-A の基準舗装厚の比較（脚荷重 45kN，接地圧 0.7N/mm²，輪荷重中心間隔変化）

路床の 設計 CBR (%)	輪荷重中心間隔 40cm	輪荷重中心間隔 50cm	
	基準 舗装厚 (cm)	基準 舗装厚 (cm)	40cm との差 (cm)
2	86	85	-1
2.5	76	75	-1
3	69	67	-2
3.5	63	61	-2
4	58	57	-1
4.5	55	53	-2
5	51	49	-2
6	46	44	-2
7	41	39	-2
8	38	35	-3
9	35	32	-3
10	32	30	-2

2.6 上層路盤厚及び表基層厚

LH-A, LH-B 及び LH-C に対する上層路盤厚及び表基層厚を検討する。現行の LH-1 及び LH-2 の上層路盤厚を表-2.11 に、表基層厚を表-2.12 に示す。固定翼機（LA-1～LSA-2）・トーイングトラクタ（LT-1～2）、ヘリコプター（LH-1～2）を問わず、上層路盤厚及び表基層厚は経験的に定められているため、LH-A～C の基準舗装厚が最も近い他の設計航空機荷重区分の上層路盤厚及び表基層厚を参考に設定することとした。

表-2.13 に基準舗装厚、上層路盤厚及び表基層厚の一覧を示す。LH-A の基準舗装厚に最も近いのは LT-12、LH-C の基準舗装厚に最も近いのは LSA-2 であることから、これらの上層路盤厚及び表基層厚を採用することとした。一方、LH-B の

基準舗装厚は LT-12 と LT-2 のほぼ中間である。上位の LT-12 の値を採用すると、CBR が大きい場合は上層路盤厚が 20cm から 15cm へ減厚となるが、表基層厚は 8cm から 9cm へ増厚となる。そのため、**LH-B** の上層路盤厚は上位の LT-12 の値を採用するが、**LH-B** の表基層厚は下位の LT-2 の値を採用し、現行の LH-1 の値から変更しないこととした。

表-2.11 LH-1 及び LH-2 の上層路盤厚 (cm)

設計航空機 荷重区分	路床の設計 CBR (%)									
	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8 以上
LH-1	20 (15)									
LH-2	15					20 (15)*				

(注) ショルダーに対しては () 内の数字を用いる。

※この数字は、上層路盤、下層路盤の区別なく、路盤を一層としてのものである。

表-2.12 LH-1 及び LH-2 の表基層厚

設計航空機 荷重区分	表層厚 (cm)	基層厚 (cm)
LH-1	4	4
LH-2	4	—

(注) ショルダーにおける表層の標準厚は、LH-1 の場合は 5cm、

LH-2 の場合は 4cm とし、基層は設けない。

表-2.13 基準舗装厚、上層路盤厚及び表基層厚の一覧

路床の 設計 CBR (%)	LA-4		LT-12		LH-A		LH-B		LT-2		LH-C		LSA-2	
	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	基準 舗装 厚 (cm)	上層 路盤 厚 (cm)	
2	99-111	20 (15)	81-91	20	86	69	LH-1 では 20 (15)	51-58	15	40	LH-2 では 15 路盤 一層 で 20 (15)	35-39	10 (10)	
2.5	88-99		72-81		76	61		46-51		35		30-34		
3	79-89		65-73		69	56		41-47		31		27-30		
3.5	73-82		60-67		63	51		38-43		29		24-27		
4	67-76		56-63		58	48		35-40		26		22-24		
4.5	63-71		52-59		55	45		33-37		24		20-22		
5	59-67		49-55	51	42	31-35		23		20-22				
6	53-60		44-50	46	38	28-31		20		20-22				
7	48-54		40-45	41	35	28-31		20		20-22				
8	44-50		37-42	38	33	28-31		20		20-22				
9	41-46	34-39	35	32	28-31	20	20-22							
10	38-42	32-36	32	32	28-31	20	20-22							
表基層 合計厚 (cm)	9 (5)		9 (5)		—	LH-1 では 8 (5)		8 (5)		LH-2 では 4 (4)		4 (4)		

(注) ショルダーに対しては () 内の数字を用いる。

LA-4、LT-12、LT-2 及び LSA-2 の基準舗装厚は、設計反復作用回数に応じた最小値と最大値を示している。

2.7 まとめ

検討結果をまとめると、新しい設計航空機荷重区分、基準舗装厚、上層路盤厚及び表基層厚は表-2.14～表-2.17 となる。なお、表基層厚は他の設計航空機荷重区分と同様に表基層の合計厚で示すこととしたため、例えば LH-B では表層を 8cm として一層での舗設を行うことも可能であるが、粒状路盤直上において 8cm の舗設を行う場合は締固め度が得られにくい可能性があるため、二層（表層・基層）に分けることを推奨することとした。

表-2.14 新しい設計航空機荷重区分

設計航空機荷重区分	最大離陸重量	基準舗装厚算出に使用した荷重諸元
LH-A	110kN 以上 180kN 未満	1 脚 2 輪の脚荷重 90kN, 接地圧 0.7N/mm ² , 輪荷重中心間隔 40cm
LH-B	40kN 以上 110kN 未満	1 脚 1 輪の脚荷重 55kN, 接地圧 1.0N/mm ²
LH-C	40kN 未満	1 脚 1 輪の脚荷重 20kN, 接地圧 0.3N/mm ²

表-2.15 新しい基準舗装厚

路床の設計 CBR (%)	LH-A 基準舗装厚 (cm)	LH-B 基準舗装厚 (cm)	LH-C 基準舗装厚 (cm)
2	86	69	40
2.5	76	61	35
3	69	56	31
3.5	63	51	29
4	58	48	26
4.5	55	45	24
5	51	42	23
6	46	38	20
7	41	35	20
8	38	33	20
9	35	32	20
10 以上	32	32	20

※緑色部は LT-12 及び LSA-2 の基準舗装厚表の最小値を下限とした。

表-2.16 新しい上層路盤厚 (cm)

設計航空機荷重区分	路床の設計 CBR (%)									
	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8 以上
LH-A	20 (15)									15 (15)
LH-B	20 (15)									15 (15)
LH-C	10 (10)									

(注) ショルダーに対しては () 内の数字を用いる。

表-2.17 新しい表基層厚

設計航空機 荷重区分	表層厚合計厚 (cm)
LH-A	9 (5)
LH-B	8 (5)
LH-C	4 (4)

(注) ショルダーに対しては () 内の数字を用いる.

(注) LH-A 及び LH-B の場合で粒状路盤直上に舗設を行う場合は,
締固め度が得られやすいよう, 表層と基層に分けることが望ましい.

3. コンクリート舗装の構造設計法

2章で設定したそれぞれの設計航空機荷重区分に対する荷重諸元を使用し、空港土木施設設計要領（舗装設計編）付録-8の方法でコンクリート版厚を算出することとした。他の設計航空機荷重区分と同様に、Westergaardの中央部載荷公式を電算化したプログラム⁷⁾によりコンクリート版中央部下面に発生する荷重応力を算出し、その荷重応力が、コンクリートの設計曲げ強度を安全率で除した許容曲げ強度以下となる版厚を採用することとした。

3.1 LH-Cのコンクリート版厚

表-3.1にLH-Cにおける算出条件を、表-3.2に版厚と荷重応力の関係を示す。LH-Cの荷重条件では、空港土木施設設計要領（舗装設計編）において最小版厚とされている15cmでも許容曲げ強度 2.5N/mm^2 （コンクリートの設計曲げ強度 $5.0\text{N/mm}^2 \div$ 安全率 2.0 ）には達しないことため、版厚は15cmとした。これは路盤の設計支持力係数が $50 \sim 150\text{MN/m}^3$ と変化させた場合も同じ結果であった。なお、LH-Cは単車輪荷重であるため、単車輪荷重に対して使用可能な荷重応力式⁸⁾である式-3.1により算出した荷重応力も掲載しているが、プログラムとほぼ同じ結果が得られる。

表-3.1 LH-Cのコンクリート版厚算出条件

項目	設定値	備考
脚荷重	20kN	1脚1輪荷重（20kNの単車輪荷重×1）
接地圧	0.3N/mm^2	
コンクリートの弾性係数	$34,000\text{N/mm}^2$	
コンクリートのポアソン比	0.15	
コンクリートの設計曲げ強度	5.0N/mm^2	
コンクリートの最小版厚	15cm	空港土木施設設計要領（舗装設計編）付録-8に記載の最小値を用いる
安全率	2.0	設計反復作用回数10,000回（20年）としてN区分の安全率を用いる
路盤の設計支持力係数	70MN/m^3	参考に50, 100, 150MN/m^3 でも算出する
脚回転角 ⁷⁾	0度	プログラムは座標原点のx軸方向の荷重応力を算出するため、予備解析の結果、x軸方向の荷重応力が最大となる脚回転角0度を用いる。

表-3.2 LH-Cのコンクリート版厚と荷重応力の関係

版厚 (cm)	路盤の設計支持力係数 50MN/m^3 の 荷重応力 (N/mm^2)		路盤の設計支持力係数 70MN/m^3 の 荷重応力 (N/mm^2)		路盤の設計支持力係数 100MN/m^3 の 荷重応力 (N/mm^2)		路盤の設計支持力係数 150MN/m^3 の 荷重応力 (N/mm^2)	
	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1
15	1.068	1.074	1.029	1.033	0.990	0.990	0.937	0.940
16	0.960	0.966	0.925	0.930	0.887	0.892	0.844	0.848
17	0.868	0.873	0.837	0.841	0.803	0.807	0.764	0.769
18	0.789	0.793	0.760	0.765	0.731	0.734	0.697	0.700
19	0.720	0.723	0.695	0.698	0.668	0.671	0.637	0.640
20	0.661	0.662	0.638	0.639	0.613	0.615	0.586	0.587

$$\sigma = 1.1 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{P}{h^2} \cdot \left\{ \log_{10} \left(\frac{l}{b} \right) + \frac{1}{4} \cdot \log_{10} \{ 12 \cdot (1 - \mu^2) \} \right\} \quad \dots \dots \dots \text{式-3.1}^{8)}$$

ここで、

- σ : コンクリート版中央部下面の荷重応力 (N/mm²)
- P : 載荷重 (N)
- h : コンクリート版厚 (mm)
- b : $r < 1.724h$ の場合, $b = \sqrt{1.6r^2 + h^2} - 0.675h$ (mm)
 $r \geq 1.724h$ の場合, $b = r$ (mm)
- r : 載荷重の接地半径 (mm)
- l : 剛比半径 (mm) $= \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot K}}$
- E : コンクリートの弾性係数 (N/mm²)
- μ : コンクリートのポアソン比
- K : 路盤の設計支持力係数 (N/mm³)

3.2 LH-B のコンクリート版厚

表-3.3 に LH-B における算出条件を、表-3.4 に版厚と荷重応力の関係を示す。LH-B の荷重条件では路盤の設計支持力係数が 50, 70, 100MN/m³ の場合は 17cm, 150MN/m³ の場合は 16cm となる。なお、LH-C と同様に LH-B も単車輪荷重であるため、式-3.1 でもプログラムとほぼ同じ結果が得られる。

表-3.3 LH-B のコンクリート版厚算出条件

項目	設定値	備考
脚荷重	55kN	1 脚 1 輪荷重 (55kN の単車輪荷重×1)
接地圧	1.0N/mm ²	
コンクリートの弾性係数	34,000N/mm ²	
コンクリートのポアソン比	0.15	
コンクリートの設計曲げ強度	5.0N/mm ²	
安全率	2.0	設計反復作用回数 10,000 回 (20 年) として N 区分の安全率を用いる
路盤の設計支持力係数	70MN/m ³	参考に 50, 100, 150MN/m ³ でも算出する
脚回転角 ⁷⁾	0 度	プログラムは座標原点の x 軸方向の荷重応力を算出するため、予備解析の結果、x 軸方向の荷重応力が最大となる脚回転角 0 度を用いる。

表-3.4 LH-B のコンクリート版厚と荷重応力の関係

版厚 (cm)	路盤の設計支持力係数 50MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)		路盤の設計支持力係数 70MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)		路盤の設計支持力係数 100MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)		路盤の設計支持力係数 150MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)	
	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1	プログラム	式-3.1
15	3.067	3.088	2.960	2.975	2.842	2.855	2.705	2.719
16	2.754	2.771	2.656	2.671	2.548	2.566	2.430	2.446
17	2.489	2.499	2.401	2.411	2.303	2.318	2.205	2.212
18	2.254	2.266	2.176	2.187	2.097	2.104	2.009	2.010
19	2.058	2.063	1.989	1.993	1.921	1.918	1.833	1.833
20	1.891	1.886	1.823	1.822	1.754	1.755	1.686	1.678

3.3 LH-A のコンクリート版厚

表-3.5 に LH-A における算出条件を、表-3.6 に版厚と荷重応力の関係を示す。LH-A の荷重条件では路盤の設計支持力係数が 50MN/m³ の場合は 19cm, 70 及び 100MN/m³ の場合は 18cm, 150MN/m³ の場合は 17cm となる。

表-3.5 LH-A のコンクリート版厚算出条件

項目	設定値	備考
脚荷重	90kN	1脚2輪荷重 (45kNの単車輪荷重×2)
接地圧	0.7N/mm ²	
輪荷重中心間隔	40cm	
コンクリートの弾性係数	34,000N/mm ²	
コンクリートのポアソン比	0.15	
コンクリートの設計曲げ強度	5.0N/mm ²	
安全率	2.0	設計反復作用回数 10,000 回 (20 年) として N 区分の安全率を用いる。
路盤の設計支持力係数	70MN/m ³	参考に 50, 100, 150MN/m ³ でも算出する。
脚回転角 ⁷⁾	90 度	プログラムは座標原点の x 軸方向の荷重応力を算出するため、予備解析の結果、x 軸方向の荷重応力が最大となる脚回転角 90 度を用いる。また 1 脚 2 輪荷重の場合、片方の輪荷重中心からもう一方の輪荷重中心に対して数 cm 移動した地点において荷重応力が最大となるため、予備解析の結果、脚荷重を 10cm シフトさせる。
荷重応力算出位置 ⁷⁾	図-3.1 のとおり	

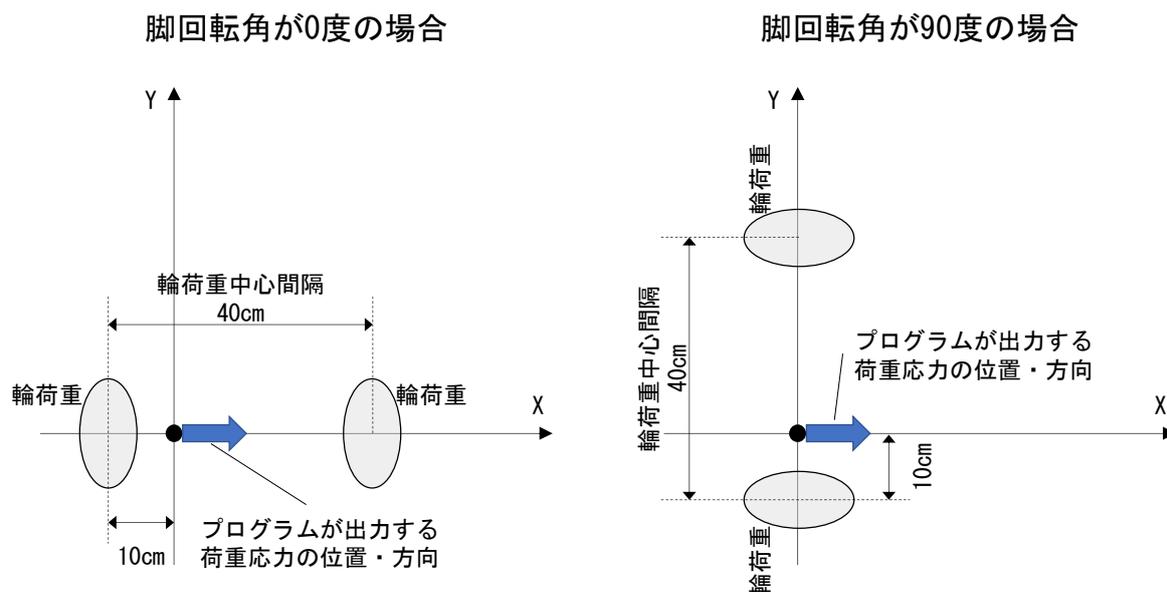


図-3.1 Westergaard 中央部載荷公式プログラムにおける LH-A の荷重設定

表-3.6 LH-A のコンクリート版厚と荷重応力の関係

版厚 (cm)	路盤の設計支持力係数 50MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)	路盤の設計支持力係数 70MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)	路盤の設計支持力係数 100MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)	路盤の設計支持力係数 150MN/m ³ の 荷重応力 (N/mm ²)
	プログラム	プログラム	プログラム	プログラム
15	3.440	3.263	3.077	2.871
16	3.116	2.960	2.793	2.607
17	2.842	2.695	2.548	2.381
18	2.597	2.470	2.342	2.195
19	2.381	2.274	2.156	2.019
20	2.195	2.097	1.989	1.872

路盤の設計支持力係数が異なる場合やコンクリートの設計曲げ強度が異なる場合も、同様の手法で荷重応力を算出することにより版厚の算出が可能となるが、荷重応力の算出を容易に行うためには、LH-A の 1 脚 2 輪に対しても単車輪荷重に対して使用可能な式-3.1 により荷重応力を算出できることが望ましい。そこで、プログラムで算出した 1 脚 2 輪による表-3.6 の荷重応力と、式-3.1 で算出した単車輪荷重による荷重応力が同値となるように算出した等価単車輪荷重 ESWL (LH-A の輪荷重と同一の接地圧を有し、1 輪の接地面積が異なる単車輪荷重) を表-3.7 に示す。LH-A の荷重条件で版厚 15~20cm の範囲では、ESWL の脚荷重に対する比は概ね 80%前後であり、版厚が厚くなれば ESWL は大きくなり、路盤の設計支持力係数が高くなれば ESWL は小さくなる傾向がある。そこで、式-3.1 で使用している剛比半径から ESWL を推定する簡易的手法を検討することとした。

表-3.7 LH-A の版厚と ESWL の関係

版厚 (cm)	路盤の設計支持力係数 50MN/m ³			路盤の設計支持力係数 70MN/m ³		
	剛比半径	ESWL	脚荷重比	剛比半径	ESWL	脚荷重比
	(mm)	(kN)	(%)	(mm)	(kN)	(%)
15	665.08	71.55	79.50	611.42	70.62	78.47
16	698.06	71.80	79.78	641.74	70.91	78.79
17	730.53	72.25	80.28	671.59	71.10	79.00
18	762.53	72.40	80.44	701.01	71.46	79.40
19	794.09	72.50	80.56	730.02	71.90	79.89
20	825.23	72.75	80.83	758.65	72.15	80.17
版厚 (cm)	路盤の設計支持力係数 100MN/m ³			路盤の設計支持力係数 150MN/m ³		
	剛比半径	ESWL	脚荷重比	剛比半径	ESWL	脚荷重比
	(mm)	(kN)	(%)	(mm)	(kN)	(%)
15	559.26	69.56	77.29	505.35	68.37	75.97
16	587.00	69.80	77.56	530.41	68.50	76.11
17	614.30	70.06	77.84	555.08	68.75	76.39
18	641.21	70.65	78.50	579.40	69.50	77.22
19	667.74	71.00	78.89	603.38	69.66	77.40
20	693.93	71.20	79.11	627.04	70.30	78.11

ESWL を目的変数，剛比半径を説明変数とした回帰分析の結果を図-3.2 に示す．剛比半径から高い精度で ESWL を推定することが可能であるが，条件によっては回帰式から推定した ESWL が実際の ESWL をわずかに下回る．その場合，推定した ESWL を用いて式-3.1 により算出した荷重応力は，プログラムによる荷重応力をわずかに下回ることとなる．そのため，ESWL の推定式としては，図-3.2 に記載の回帰式の定数項のみを変えることにより上方修正した式-3.2 を用いることとした．

式-3.2 により推定した ESWL を式-3.1 の載荷重として入力し得られた荷重応力の一覧を表-3.8 に示す．前述のとおり，推定した ESWL が実際の ESWL を下回らないように式-3.2 を調整しているため，推定した荷重応力がプログラムによる荷重応力を下回ることはない．また，荷重応力の差は 1%以下であり，コンクリート版厚の算定用途としては問題のない精度であると考えられる．

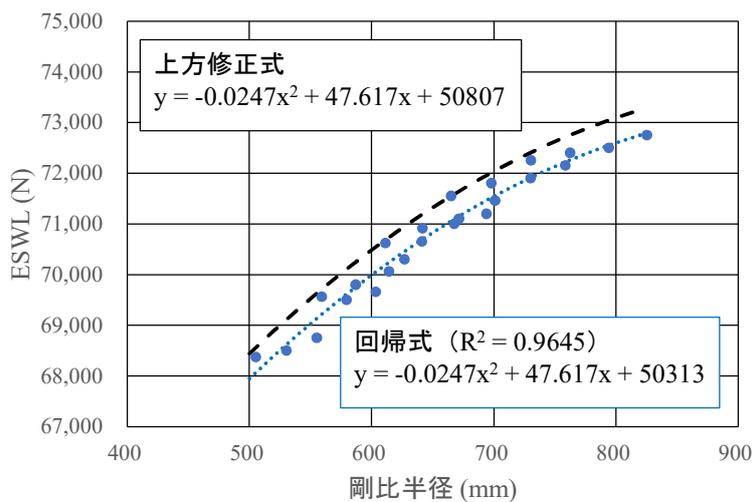


図-3.2 ESWL と剛比半径の回帰分析結果

$$ESWL = -0.0247 \cdot l^2 + 47.617 \cdot l + 50807 \quad \dots \dots \dots \quad \text{式-3.2}$$

ここで、

$ESWL$: LH-A の荷重条件による版厚 150~200mm の推定 ESWL (N)

$$l \quad : \quad \text{剛比半径 (mm)} \quad = \quad \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot K}}$$

E : コンクリートの弾性係数 (N/mm²) = 34,000 N/mm²

h : コンクリート版厚 (mm) = 150~200 mm

μ : コンクリートのポアソン比 = 0.15

K : 路盤の設計支持力係数 (N/mm³) = 0.05~0.15 N/mm³

表-3.8 推定 ESWL と荷重応力

A	B	C	D	E	F	G=E-F	H=E/F
版厚 (cm)	路盤の設計 支持力係数 (MN/m ²)	表-3.7 の 剛比半径 (mm)	式-3.2 による 推定 ESWL (N)	式-3.1 による 荷重応力 (N/mm ²)	表-3.6 の 荷重応力 (N/mm ²)	荷重応力 の差 (N/mm ²)	荷重応力 の比 (%)
15	50	665.08	71.55	3.440	3.440	0.000	100.00
16		698.06	72.01	3.123	3.116	0.007	100.21
17		730.53	72.41	2.847	2.842	0.005	100.16
18		762.53	72.76	2.606	2.597	0.010	100.37
19		794.09	73.04	2.394	2.381	0.014	100.57
20		825.23	73.28	2.207	2.195	0.012	100.56
15	70	611.42	70.69	3.265	3.263	0.002	100.07
16		641.74	71.19	2.968	2.960	0.008	100.29
17		671.59	71.65	2.710	2.695	0.015	100.56
18		701.01	72.05	2.485	2.470	0.015	100.61
19		730.02	72.41	2.286	2.274	0.012	100.53
20		758.65	72.72	2.110	2.097	0.012	100.59
15	100	559.26	69.71	3.081	3.077	0.005	100.15
16		587.00	70.25	2.805	2.793	0.013	100.45
17		614.30	70.74	2.565	2.548	0.018	100.69
18		641.21	71.18	2.355	2.342	0.013	100.55
19		667.74	71.59	2.169	2.156	0.013	100.61
20		693.93	71.96	2.005	1.989	0.016	100.79
15	150	505.35	68.56	2.876	2.871	0.005	100.19
16		530.41	69.12	2.623	2.607	0.016	100.62
17		555.08	69.63	2.402	2.381	0.021	100.90
18		579.40	70.10	2.208	2.195	0.014	100.62
19		603.38	70.55	2.037	2.019	0.019	100.92
20		627.04	70.95	1.885	1.872	0.013	100.68

3.4 まとめ

検討結果をまとめると、コンクリート版厚は表-3.9 のとおりとなる。路盤の設計支持力係数やコンクリートの設計曲げ強度が異なる場合は、式-3.1 及び式-3.2 を用いて荷重応力を算出し版厚を決定することが可能である。

表-3.9 コンクリート版厚

設計航空機 荷重区分	コンクリート版厚 (cm)
LH-A	18 (15)
LH-B	17 (15)
LH-C	15 (15)

(注) 路盤の設計支持力係数を 70MN/m²、

コンクリートの設計曲げ強度を 5.0N/mm² とした場合である。

(注) ショルダーに対しては () 内の数字を用いる。

4. 結論

本資料における結論を以下に記す。

- (1) 現行の設計航空機荷重区分及び国内で保有されているヘリコプターの荷重諸元を参考に、ヘリコプターの大型化に対応するため、最大離陸重量が 110kN 以上のヘリコプターを対象とした設計航空機荷重区分 **LH-A** を新たに設けた。
- (2) アスファルト舗装について、現行の基準舗装厚を参考に、それぞれの設計航空機荷重区分の基準舗装厚の設定に使用する荷重諸元を明確にし、基準舗装厚を設定した。また、**LH-A~C** の基準舗装厚が最も近い他の設計航空機荷重区分を参考に、上層路盤厚及び表基層厚を設定した。
- (3) コンクリート舗装について、アスファルト舗装で設定したそれぞれの設計航空機荷重区分に対する荷重諸元を使用し、コンクリート版厚を設定した。また、1 脚 2 輪を想定した **LH-A** については、路盤の設計支持力係数やコンクリートの設計曲げ強度が異なる場合のコンクリート版厚を簡便に設定する手法を構築した。

5. おわりに

この研究成果に基づく構造設計法は、国土交通省航空局「空港土木施設設計要領（舗装設計編）」の令和 5 年 4 月の改正において、付録-24「ヘリポート用舗装の構造設計」として掲載される予定である。

(2023 年 2 月 15 日受付)

参考文献

- 1) 運輸省航空局：ヘリポート土木施設設計資料，1994.
- 2) 国土交通省航空局：空港土木施設設計要領（舗装設計編），2019.
- 3) 運輸省航空局：空港舗装構造設計要領，1999.
- 4) 運輸省航空局：ヘリポート設計指針基本調査報告書，1987.
- 5) Federal Aviation Administration: Heliport Design, AC150/5390-2C, 2012.
- 6) 鳳文書林出版販売株式会社：日本航空機全集 2022，2022.
- 7) 福手勤：空港コンクリート舗装厚設計への電算プログラムの応用，港湾技研資料，1977.
- 8) 坪川将丈：コンクリート舗装の Westergaard 載荷公式及び剛比半径の考察，国土技術政策総合研究所資料，No.1196，2022.

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1238

March 2023

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-46pr@gxb.mlit.go.jp